DIE NATURWISSENSCHAFTEN

16. Jahrgang 9. März 1928 Heft 10

Der Blick in das elektrische Geschehen einer milliardstel Sekunde[1].

Von W. Rogowski, Aachen.

Seit einigen Jahren verfolge ich, unterstützt von der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, mit meinen Mitarbeitern[2] das Ziel, rasch veränderliche elektrische Vorgänge sichtbar zu machen und auf der photographischen Platte festzuhalten, selbst dann, wenn diese Vorgänge in einmillionstel, einhundertmillionstel, ja einmilliardstel Sekunde kommen und gehen.

Den Anstoß hierzu gab die Untersuchung eines Vorganges, der täglich millionenmal abläuft, der in seinen Einzelheiten von einer Generation von Elektroingenieuren begrübelt und doch von niemand voll verstanden worden ist. Dieser sonderbare Vorgang ist der Schaltvorgang. Wir haben ihn vor uns beim harmlosen Druck auf die Taste des Telegraphen, beim Einschalten von Glühlampen und Motoren, bei dem weniger harmlosen Einschalten einer Hochspannungsfernleitung oder aber beim Blitz, diesem imposanten Schaltvorgang großen Stils. Bei all diesen Schaltvorgängen besteht das Bekannte darin, daß Leitungsbahnen, die vorher weder Strom noch Spannung hatten, unter Strom und Spannung kommen.

Aber wie erhält jeder Teil der Leitung seine Spannung? Geht dies plötzlich vor sich und bedeutet „plötzlich" eintausendstel, einmillionstel oder einmilliardstel Sekunde? Hier liegen ungelöste Fragen, auf die die Elektrotechnik in den letzten Jahrzehnten immer gebieterischer eine Antwort suchte.

Indessen gestern noch konnten sich die Einzelheiten des Schaltvorganges in geheimnisvolles Dunkel hüllen. Heute liegen sie, wenn wir wollen, in aller Klarheit vor unsern leiblichen Augen. Morgen werden sie zu den abgetanen und durchsuchten Fragen gelegt werden können. Diese Wendung haben Arbeiten herbeigeführt, die im Elektrotechnischen Institut Aachen ausgeführt wurden. Und zwar glückte es mir, zunächst auf einem mit den Herren Flegler und Tamm beschrittenen Wege zum Ziele zu kommen.

Damit wir einen bestimmten Fall vor Augen haben, wollen wir annehmen, wir haben es mit einer Fernleitung von Aachen nach Duisburg zu tun (Fig. 1a). Die Leitung ist zunächst in Aachen und Duisburg ungeschlossen. Es handelt sich also um eine offene Leitung. Solange wir diese Leitung nicht an Hochspannung legen, hat sie für uns keine besonderen Eigenschaften. Alle gezeichneten Spannungsmesser zeigen auf Null.

Dies wird ganz anders, wenn wir in Aachen an diese Leitung eine Gleichspannung von — sagen wir — 50000 Volt schalten. Dann erhält die Leitung etwas Besonderes, „sie kommt unter Spannung". Überall werden dann die Spannungsmesser 50000 Volt anzeigen.

Dies ist das Bekannte des Schaltvorgangs. Nun kommt das im allgemeinen Übersehene und nur von einigen Begrübelte.

Wir wollen wieder von der offenen Leitung ausgehen (Fig. 1a). Wir legen den Schalter in Aachen ganz plötzlich ein und fragen uns: Wie wird die Spannungsverteilung unmittelbar nach dem Einschalten sein?

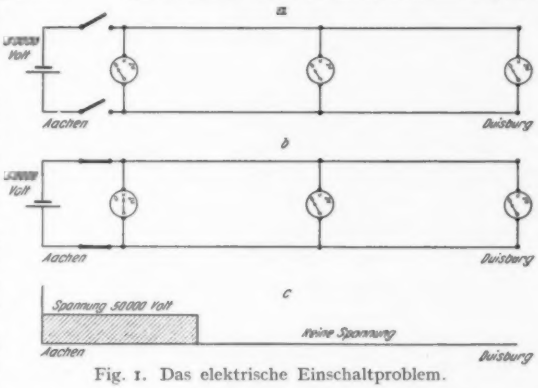


Fig. 1. Das elektrische Einschaltproblem.

Offenbar kommen die Partien in der Nähe von Aachen sofort auf die Spannung von 50000 Volt (Fig. 1b). Aber wenn wir diese Zeitspanne unmittelbar nach dem Einschalten nur klein genug wählen, können wir mit Bestimmtheit sagen, daß in Duisburg unmittelbar nach dem Einschalten keine Spannung sein wird. Denn was weiß das Ende in Duisburg, daß wir hier in Aachen einen Schaltvorgang vorgenommen haben? Wir sehen somit, daß sich der Schaltvorgang nur so vollziehen kann, daß zunächst die Partien in Aachen unter Spannung kommen und daß diese wieder die nächstliegenden Teile unter Spannung setzen und so fort. Mit anderen Worten: Wir haben es mit einer Ladewelle zu tun. Die Leitung kommt nach und nach auf Spannung. In unsere Leitung zieht eine Spannungswelle ein (Fig. 1c).

[1] Nach einem Vortrage gehalten am 3. Juli 1927 vor der Hauptversammlung der Freunde der Aachener Hochschule.

[2] Den Doktoren Flegler, Tamm, Grösser, Sommerfeld, Baumgart und Girod.

Die Ladewelle zieht außerordentlich rasch, wie wir wissen, mit Lichtgeschwindigkeit. Die Strecke von Aachen bis Duisburg, also etwa 100 km, wird in rund $^1/_{3000}$ Sekunde durchlaufen. Innerhalb dieser $^1/_{3000}$ Sekunde werden wir also unterscheiden müssen zwischen geladenen und ungeladenen Teilen der Leitung (Fig. 1c).

Ist die Leitung nicht 100 km, sondern nur 1 km lang, so beträgt die entsprechende Zeitspanne nur $^1/_{300000}$ Sekunde. Haben wir es mit einer Leitung von nur einem einzigen Meter zu tun, so rechnet man leicht um, daß die entsprechende Zeitspanne, in der geladene und ungeladene Teile der Leitung unterschieden werden können, auf eine dreihundertmillionstel Sekunde zusammenschrumpft.

Vielleicht ist es gut, die Verhältnisse durch einen Vergleich noch plausibler zu machen. Offenbar haben wir beim Einschalten einer Leitung einen ganz ähnlichen Vorgang vor uns, wie wir ihn erhalten, wenn wir einen großen Wasserbehälter an ein langes Rohr anschließen (Fig. 2a). Ziehen wir

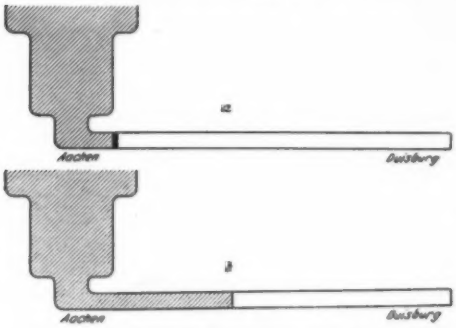


Fig. 2. Hydraulisches Problem zum Vergleich.

den Schieber (Fig. 2a) hinweg, so wird sich das Wasser mit einer gewissen Geschwindigkeit in das Rohr ergießen. Die Rohrwandungen kommen nach und nach unter Druck, unter elastische Spannung. Genau wie im elektrischen Fall, werden wir beim Hinwandern des Wassers Teile der Rohrleitung mit Druck und Teile der Rohrleitung ohne Druck unterscheiden müssen (Fig. 2b).

Was passiert nun, wenn die Welle an das Ende der Leitung kommt? Bei der Wasserströmung wird sich das Wasser am verschlossenen Rohrende aufstauen, diese Partien des Rohres unter besonders hohen Druck nehmen und dann zurückfluten. Eine eigentümliche Druckwelle wird zwischen Wasserbehälter und dem festverschlossenen Ende hin und her gehen.

Genau so im elektrischen Fall. Nachdem unsere Ladewelle in Duisburg angekommen ist, schnellt sie von 50000 Volt auf das Doppelte, also 100000 Volt, in die Höhe. Die Zufuhr des Ladestromes wird unterbunden, und ein eigenartiges Wellenspiel setzt ein, das ungedämpft verlaufen würde, wenn keine Widerstände da wären. Schließlich wird dieses Wellenspiel aber infolge der immer vorhandenen Widerstände abgedämpft. Erst jetzt ist die Leitung so aufgeladen, wie man es sich gewöhnlich vorstellt.

Von besonderem Interesse ist die Spannung am Ende der Leitung, also in Duisburg. Wäre das Wellenspiel ungedämpft, so erhielten wir den rechteckförmigen Wellenzug (Fig. 3a). Die Spannung pendelt zwischen Null und dem Doppelten der Schaltspannung hin und her. In Wirklichkeit dämpft der Widerstand die Einschaltschwingung ab. Der Verlauf der Spannung in Duisburg hat daher den Charakter[1] von Fig. 3b. Nach vollendeter Abdämpfung ist der Ladevorgang beendet.

Nun die technische Bedeutung dieses Schaltvorganges. Aus den Bildern sehen wir, daß die Spannung der Leitung gelegentlich auf 100000 Volt steigt. Die Isolatoren der Strecke müssen somit 100000 Volt und nicht der Schaltspannung von 50000 Volt angepaßt werden. Hier liegt die eine praktische Bedeutung des gezeigten Vorganges.

Eine zweite Bedeutung erhalten wir, wenn wir in Duisburg eine Transformatorwicklung an die Leitung anschließen. An Gleichstromquellen

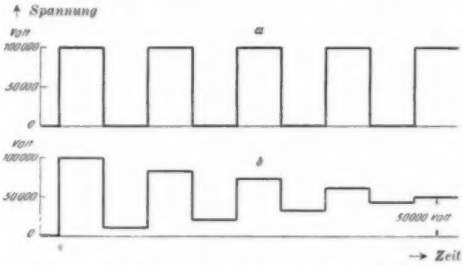


Fig. 3. Schaltschwingung am Ende der Leitung.

schließt man zwar gewöhnlich keine Transformatoren an. Aber wir wollen mit dem Einschalten unserer Gleichspannung nicht gar zu wörtlich genommen werden. Das Wellenspiel geht auch bei Einschalten von Wechselstrom so rasch gegenüber der Periodendauer von $^1/_{50}$ Sekunde des gewöhnlichen Wechselstromes vor sich, daß wir unter dem Wert unserer Gleichspannung den Augenblickswert der einzuschaltenden Wechselspannung verstehen können. Die Transformatorwicklung wird nicht dauernd 50000 Volt, sondern vorübergehend beim Einschalten ebenfalls 100000 Volt, also dem doppelten Betrag der Spannung, ausgesetzt. Aber das ist noch nicht alles. Wie wir gesehen haben, hat unsere Wanderwelle eine steile Front; wir nehmen wenigstens an, sie hätte eine solche. Trifft eine solche steile Spannungsfront auf eine Wicklung auf, so legt sich die gesamte Spannung, also hier von 100000 Volt, nicht gleichmäßig auf sämtliche Windungen, sondern, wie die Theorie gezeigt hat, nur auf die allerersten Windungen. Diese werden

[1] Mit der Dämpfung erfolgt gleichzeitig ein nicht gezeichneter Übergang in die Sinusform der Schwingung.

hoch beansprucht und sind daher besonders der Gefahr eines Durchschlages ausgesetzt. Die praktischen Erfahrungen haben dies insofern bestätigt, als gerade die Anfangswindungen der Transformatoren besonders oft durchschlagen. Viele Betriebsstörungen sind auf diese Weise zu erklären.

Alles, was ich bisher mitteilte, ist wesentlich Ergebnis der Theorie, die mit ihrem geistigen Auge in das Dunkel der Schaltvorgänge bisher allein hineinblicken konnte. Etwa von 1908 an glaubte man an die steile Wanderwellenfront und sah in ihr die eigentliche Gefahr für den Transformator. Seit dieser Zeit setzte eine Flut von rein theoretischen Betrachtungen ein, die dem Betriebsingenieur Mittel in die Hand geben wollte, steile Wanderwellenfronten zu brechen und sie in sanftere Anstiege umzugestalten. Drosselspule, Kondensator wurden empfohlen. Besondere Überspannungsschutzapparate verdanken den damaligen Bestrebungen ihr Dasein. Diese Schutzapparate sind vom Betriebsingenieur in großem Umfange in Anlagen eingebaut worden unter Aufwendung ganz erheblicher Mittel. Trotzdem haben sich die auf sie gesetzten Erwartungen nicht erfüllt. Die Transformatoren schlugen nach wie vor durch. Man fing daher an, das Ergebnis der Theorie anzuzweifeln. Es fehlte nicht an Stimmen, die der Wanderwelle keine steile, sondern eine flache Front zuschrieben, und wie es in solchen Fällen des Zweifels üblich ist: es kamen endlose Diskussionen mit halbrichtigen, schwer nachzuprüfenden Behauptungen. Mißmutig warf schließlich der Theoretiker die Feder weg. Mißmutig baute der Betriebsingenieur seine Schutzapparate wieder aus; wo er sie doch beibehielt, tat er es mehr in der Absicht, sein Gewissen als seinen Transformator zu beruhigen.

Bei diesem vollkommen unbefriedigenden Stande des Problems wurde immer mehr die Frage aktuell: Kann nicht das Experiment die Einschaltvorgänge erfassen?

Ich erinnere an unsern Wasserbehälter und an unser Wasserrohr (Fig. 2). Es würde gar keine Schwierigkeiten machen, in diesem hydrodynamischen Fall den Druckverlauf an irgendeiner Stelle des Rohres, sagen wir: etwa am Ende, durch Indizieren festzustellen. Solche Wellenschreiber haben wir auch für elektrische Vorgänge; die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit liegt aber etwa bei einer tausendstel Sekunde. Bei unserm Einschaltproblem handelt es sich aber, wenn wir über die Steilheit der Wanderwelle etwas aussagen wollen, um Vorgänge, die vielleicht in einer milliardstel Sekunde verlaufen. Es ist ganz hoffnungslos, die üblichen Wellenschreiber wegen ihrer trägen Masse für diese kurzen Zeiten umzubilden. Mit diesen Apparaten konnte man unmöglich zum Ziele kommen. Darüber waren sich alle Einsichtigen klar. Wenn die Niederschrift überhaupt gelingen sollte, so konnte dies nur mit der sogenannten BRAUNschen Röhre geschehen. Dies ist ein Wellenschreiber, den die Physiker entwickelt haben. Er hat den großen Vorzug, beim schreibenden Mittel so gut wie gar keine Masse zu verwenden. Die Niederschrift geschieht mit Elektronen. Die Masse des einzelnen Elektrons beträgt bekanntlich rund $^1/_{2000}$ der Masse des Wasserstoffatoms. Grundsätzlich sind daher mit ihnen Zeiten von einer milliardstel Sekunde wohl erreichbar. Indessen reichte die Intensität der BRAUNschen Röhre ebenfalls nur für Vorgänge von rund einer tausendstel Sekunde aus. Wollte man aus ihr also einen brauchbaren Wanderwellenoszillographen machen, so mußte man schon ihre Wirkung auf das Millionenfache steigern.

Fig. 4a zeigt die BRAUNsche Röhre. Wir sehen ein Glasrohr mit zwei Elektroden (K A, Fig. 4a). Im Glasrohr ist zunächst gewöhnliche Atmosphärenluft. Zwischen den Elektroden liegt eine Gleichspannung von rund 30000 Volt. Die eine Elektrode, die Kathode, wird an den negativen

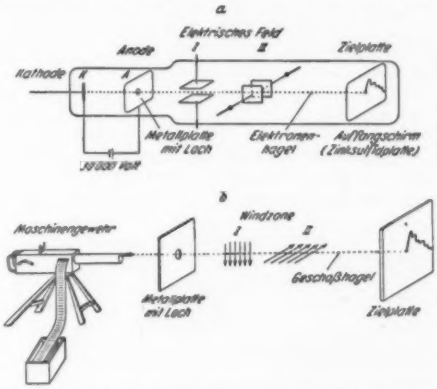


Fig. 4. Vergleich des gewöhnlichen Maschinengewehrs mit einem Elektronengewehr (einer BRAUNschen Röhre).

Pol K angeschlossen, die andere Elektrode A, die Anode, an den positiven A. Die Anode ist durchbohrt. Das Loch hat etwa ein Millimeter Durchmesser. In der Röhre hinter der Anode befindet sich noch ein Fluorescenzschirm aus Zinksulfid. Wir pumpen nun die Luft aus. Wenn wir einen Druck von rund $^1/_{100}$ mm Quecksilbersäule erreicht haben, besteht eine elektrische Gasentladung zwischen Kathode und Anode. Auf dem Fluorescenzschirm ist ein heller Fleck von ebenfalls rund einem Millimeter Durchmesser zu sehen. Diese Beobachtung ist folgendermaßen zu deuten: Wenn wir ein genügend hohes Vakuum haben, gehen von der Kathode strahlenartig Elektronen aus, kleinste Teile negativer Elektrizität. Die Kathode ist zu einem feuernden Maschinengewehr geworden. Die Geschosse, die Elektronen, fliegen durch die Bohrung der Anode hindurch und rufen an ihrer Einschlagstelle auf dem Fluorescenzschirm eine Leuchterscheinung hervor. Von Metall werden die Elektronen aufgehalten. Daher bildet sich das Loch in der Anode

hell auf dunklem Hintergrunde auf dem Fluorescenzschirm ab. Daß man es tatsächlich mit einer elektrischen Strömung zu tun hat, beweist man durch einen Ablenkversuch mit dem Magneten. Man kann den leuchtenden Punkt, den Fluorescenzfleck, durch Bewegen des Magneten hin und her schieben. Vorhin wurde gesagt: Das Kathodenrohr gleiche einem Maschinengewehr. Es ist nun gar nicht schwer, mit einem Maschinengewehr einen Vorgang niederzuschreiben. Das Geschoß durchfliege auf seiner Bahn eine Windzone. Wir wollen annehmen, wir können in dieser Windzone saugen und drücken. Dann können wir die Einschlagstelle des Geschosses in der Windrichtung verlegen (Fig. 4b). Genau so können wir elektrisch oder magnetisch auf das fliegende Elektron einwirken und seine Einschlagstelle verlegen.

Wir wollen nun annehmen, wir lassen das Geschoß eines Maschinengewehrs auf seiner Flugbahn eine zweite Windzone durchfliegen, die senkrecht zur ersten steht (Fig. 4b). Dann werden wir die Einschlagstelle noch in der dazu senkrechten Richtung verlegen können. Wenn beide Windrichtungen gleichzeitig wirken, wird die Einschlagstelle des Geschosses eine bestimmte Figur beschreiben, aus der wir Rückschlüsse auf die Intensität und Richtung des Windes in einer Zone machen können, wenn der Wind in der senkrechten Zone nach Größe und Richtung in jedem Augenblick bekannt ist.

Genau so machen wir es bei unserer Braunschen Röhre im elektrischen Fall. Wir bringen noch eine zweite Zone an, in der das Elektron magnetischen oder elektrischen Kräften unterworfen ist und durch dieses in der senkrechten Richtung abgelenkt wird. In üblicher Weise bekommen wir dann — ich brauche das hier nicht länger auseinanderzusetzen — eine leuchtende Spur, und wir können, wie Sie ohne weiteres übersehen, den zeitlichen Ablauf der elektrischen Kräfte für eine Richtung überblicken, wenn der zeitliche Ablauf für die andere Richtung bekannt ist.

Ursprünglich hat man nun die leuchtende Spur von außen photographiert. Professor Zenneck in München hat auf diese Weise vor Jahren einmalige Vorgänge von einer tausendstel Sekunde Dauer mit der Braunschen Röhre durch Außenaufnahme festhalten können. Dies ist die erste Etappe in der Entwicklung der Braunschen Röhre, die mit einer tausendstel Sekunde abschließt. Es folgt jetzt die zweite Etappe. Bisher ließen wir das Geschoß, also unser Elektron, auf eine Fluorescenzplatte fallen und benutzten zur Niederschrift das ausgesandte Licht, d. h. den Wellenvorgang, der durch das Einschlagen des Elektrons verursacht wird. Würden wir beim gewöhnlichen Maschinengewehr das Entsprechende tun, so müßten wir durch die Schallwellen des Geschoßeinschlages die Registrierung vornehmen. Offenbar würden wir aber eine viel intensivere Wirkung erhalten, wenn wir nicht mit dem hervorgerufenen Schall, sondern mit dem Geschoß selbst unmittelbar die gewünschte Schrift niederschreiben. Bezogen auf unsere Braunsche Röhre heißt dies nichts anderes: Man bringe die photographische Platte in das Vakuum hinein und beschieße sie unmittelbar mit den Elektronen. Dieser Kunstgriff ist von Dufour, von mir und Flegler und von Gabor in die Tat umgesetzt worden. Die Braunsche Röhre mußte dazu besondere Vorrichtungen erhalten, durch die ein gutes Vakuum gewährleistet wird, trotzdem wir häufig die Platten auswechseln und immer wieder Atmosphärendruck in die Röhre einlassen müssen. Außerdem mußten besondere Vorrichtungen für Auswechseln von Fluorescenzschirm und photographischer Platte geschaffen werden, damit abwechselnd subjektiv beobachtet und die objektive Niederschrift vollzogen werden kann. Ich will den Leser mit den genaueren Beschreibungen nicht ermüden. Wer sich hierfür interessiert, findet sie im Arch. f. Elektrotechnik *14*, 529. 1925; *18*, 479 u. folg. 1927. Ich kann nur versichern, daß wir in Aachen eine vollkommene technische Lösung dieser Aufgabe gefunden haben. Wir haben sie wohl in tausend Fällen und öfter ausprobiert. Immer mit dem gleichen guten Erfolg[1]. Mit dieser verbesserten Braunschen Röhre kann man Vorgänge von einer hunderttausendstel bis einer millionstel Sekunde noch mit voller Sicherheit niederschreiben. Ja, es glückte uns sogar, eine wirkliche Aufnahme des Einschaltvorganges zu erhalten. Unsere damalige Aufnahme erregte großes Aufsehen, da sie die Möglichkeit, Wanderwellenvorgänge zu untersuchen, zum erstenmal bewies. Aber bei unsern weiteren Experimenten fanden wir, daß wir unsere erste Aufnahme nur einem glücklichen Zufall zu verdanken hatten. Wir haben noch zwei Jahre mit zäher Energie weiterarbeiten müssen, damit wir den Kathodenoszillographen auf eine dritte Stufe seiner Entwicklung heben konnten. Dies gelang uns durch Steigerung der Intensität. Wir wurden uns klar, daß unsere Kathode ein schlechtes Maschinengewehr darstellt. Die von ihr wegfliegenden Geschosse, die Elektronen, streuen beträchtlich. Nur wenige fliegen durch das Loch der Blende. Die meisten fliegen auf das Metall der Blende *A* (Fig. 4a) und beenden dort nutzlos ihren Lauf. Wir konnten die Bahn der Geschosse nun so beeinflussen, daß die Streuung der Elektronen ganz wirkungslos wurde. Alle Elektronen nahmen nun ihren Lauf durch die Bohrung der Blende. So stieg die Intensität des Geschoßhagels auf dem

[1] Inzwischen ist auch Herr Gabor zu unseren Mitteln übergegangen. (Vgl. Forschungsheft 1 der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen S. 62, Bild 85a und die folgenden Aufnahmen. Ferner Elektrotechnische Zeitschrift 1927 S. 230 u. 232.) Der Unterteil seiner Apparatur Bild 85a entstammt einem Oszillographen, den das Aachener Institut vor zwei Jahren der Studiengesellschaft geliefert hat. Dies wird zwar in den Aufsätzen des Herrn Gabor verschwiegen. Indessen verdanke ich Herrn Prof. Matthias, dem Leiter der Studiengesellschaft, die Mitteilung, daß Herr Gabor in den letzten Jahren bei seinen Aufnahmen unsere Mittel verwendet hat.

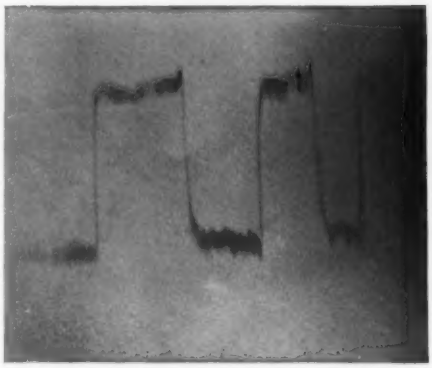
Fluorescenzschirm wohl auf das Tausendfache. Wir hatten den Schritt vom Elektronengewehr zur Elektronenmitrailleuse getan. Erst jetzt konnten wir alle Wanderwellenfragen beantworten. Wir konnten das elektrische Geschehen einer milliardstel Sekunde mit voller Sicherheit auf die photographische Platte bekommen. Auch hier will ich mit Beschreibung der einzelnen Kunstgriffe nicht ermüden. Ich möchte nur an Hand von Aufnahmen den Beweis für die Leistungsfähigkeit unseres Kathodenoszillographen geben und zugleich in die Feinheiten des Schaltvorganges blicken lassen.

Fig. 5. Spannungsmaßstab: 1 cm = 1200 Volt. Zeitmaßstab: 1 mm anfänglich = fünf hundertmillionstel Sekunde.

Erste Wanderwellenaufnahme von ROGOWSKI und FLEGLER aus dem Jahre 1925. Einschaltschwingung einer 75 m langen offenen Doppelleitung, Schaltspannung 1000 Volt. Spannungsverlauf am Leitungsende. Abszisse Zeit, Ordinate Spannung. Der erste senkrechte Aufstieg der Spannung von 0 bis 2000 Volt geht durch den Elektronenklex verloren. Es folgt der wagerechte Strich, der in fünf zehnmillionstel Sekunden geschrieben ist. Man sieht feine Oberschwingungen, die im theoretischen Diagramm natürlich fehlen (vgl. Fig. 3) Darauf folgt der steile Abstieg der Spannung, der in rund einer zweihundertmillionstel Sekunde niedergeschrieben wurde. Später Wiederholung des ersten Vorganges. Verglichen mit der theoretischen Fig. 3, wird der Zeitmaßstab mit wachsender Zeit immer kleiner, weil er durch Aufladung eines kleinen Kondensators gegeben wird.

Man sieht aus den Bildern, die nur einen kleinen Teil unserer bisherigen Aufnahmen ausmachen, wie wir uns in dem Gebiete von einer millionstel bis einer milliardstel Sekunde mit genau derselben Sicherheit bewegen wie im gewöhnlichen Leben zwischen Stunden, Minuten und Sekunden.

Eine spezielle Bauart des Kathodenoszillographen ist hiermit im wesentlichen zum Abschluß gekommen. Im Elektrotechnischen Institut Aachen werden aber zur Zeit noch andere Bauarten entwickelt, und zwar solche, bei denen nicht wie bisher eine kalte Kathode, sondern eine Glühkathode verwendet wird. Die Glühkathode bringt den großen



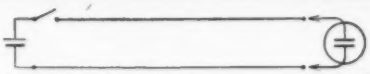


Fig. 6. Spannungsmaßstab: 26 mm = 10000 Volt. Zeitmaßstab: 4 mm anfänglich = einer zehnmillionstel Sekunde.

Abszisse Zeit, Ordinate Spannung[1]. Dieselben Verhältnisse wie Fig. 5, nur Schaltspannung 5000 Volt, Länge der Leitung 60 m. Neue Aufnahme aus dem Jahre 1927. Auch hier steile Front der Wanderwelle. Die steilen Äste sind auch hier wieder in rund einer zweihundertmillionstel Sekunde geschrieben.

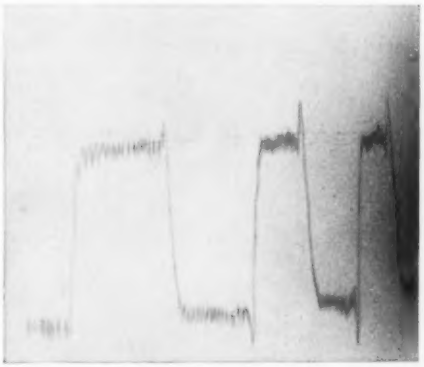


Fig. 7.

Wie Fig. 6, jedoch am Ende der Doppelleitung befindet sich ein Kondensator von einer Kapazität von $c = 20$ cm. Man bemerkt bereits eine Abflachung der Front und feine Spannungsspitzen, die auf Wirkung der Kapazität zu schieben sind. Spannungsmaßstab: 29 mm = 10000 Volt. Zeitmaßstab: $4^1/_2$ mm anfänglich = einer zehnmillionstel Sekunde.

[1] Bei allen Bildern bedeutet die Abszisse Zeit, die Ordinate Spannung. In den Originalbildern kommen die Feinheiten erheblich klarer heraus als in der vorliegenden Wiedergabe.

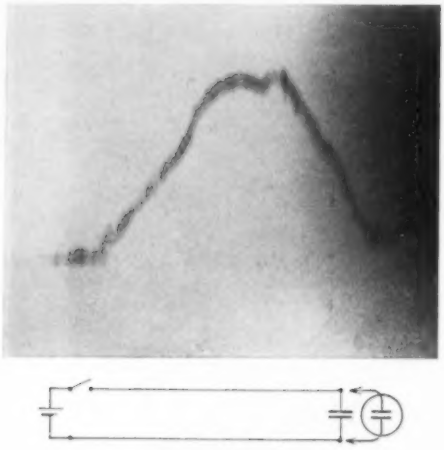


Fig. 8.

Dasselbe wie Fig. 7, jedoch Wert der Kapazität 1000 cm. Man sieht stärkere Abflachung der Front. Spannungsmaßstab: 20 mm = 10000 Volt. Zeitmaßstab: $4^1/_2$ mm anfänglich = einer zehnmillionstel Sekunde.

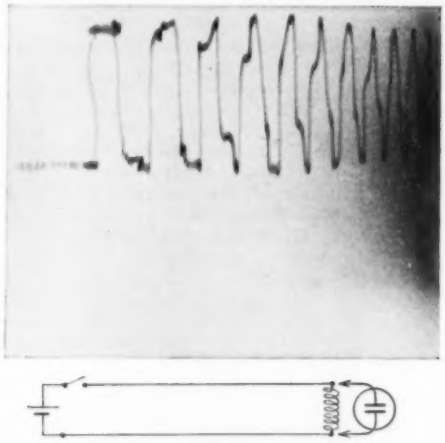


Fig. 10.

Am Ende der Leitung von 60 m befindet sich eine einlagige Spule. Gemessen wird die Spannung an den Klemmen der Spule. Anfänglich sieht man die rechteckförmige Wanderwelle, die sich nach und nach zu einer sinusförmigen umbildet. Spannungsmaßstab: 22 mm = 10000 Volt. Zeitmaßstab: 10 mm anfänglich = einer millionstel Sekunde.

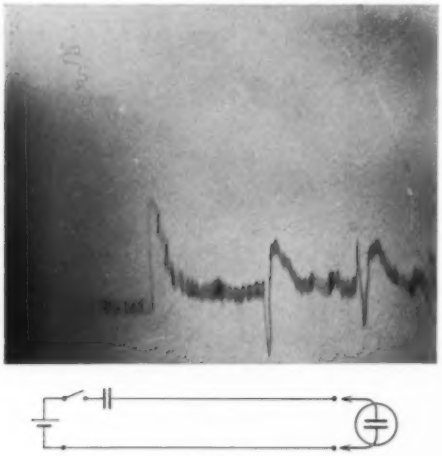


Fig. 9.

Im Zuge der Doppelleitung liegt ein Kondensator von 100 cm. Gemessen wird die Spannung am Ende. Anfänglich wirkt der Kondensator wie ein Kurzschluß. Die steile Wanderwellenfront geht ungehindert durch. Sofort aber wird der Kondensator aufgeladen (nach einer e-Funktion). Die Spannung fällt ab. Das Ganze wiederholt sich alsdann infolge Reflexionen am Ende der Leitung. Spannungsmaßstab: 16 mm = 5000 Volt. Zeitmaßstab: 5 mm anfänglich = einer zehnmillionstel Sekunde.

Vorteil, daß man im Vergleich zur kalten Kathode außerordentlich starke Elektronenmengen erzeugen kann. Der Nachteil besteht in einer ganz enormen Streuung der Elektronen. Die Schwierigkeit besteht somit darin, die Elektronen durch das enge Loch der Blende zu steuern. Auch bei Überwindung dieser Schwierigkeit ist das Elektrotechnische Institut Aachen allen anderen in der Welt, die in gleicher Richtung arbeiten, einen Schritt voraus.

Hier habe ich mit Herrn Dr. Grösser zuerst durch Außenaufnahme des Fluorescenzbildes Vorgänge von rund einhunderttausendstel Sekunde aufgenommen. Fig. 17 zeigt eine so gewonnene Aufnahme einer Kondensatorentladung von 145000 Perioden/sec. Durch Zusammenfassung der hierbei gesammelten Erfahrungen mit den konstruktiven Kunstgriffen der Innenaufnahmen glückte es dann mir und Baumgart, einen Glühkathodenoszillographen zu schaffen, mit dem jetzt ebenfalls die Vorgänge von einmilliardstel Sekunde Dauer festgehalten werden können. Den Beweis gibt Fig. 18, das einen Wanderwellenvorgang in einer Kabel-(Gummischlauch-)leitung beschreibt. Schließlich habe ich in Gemeinschaft mit Herrn Dr. Ernst Sommerfeld und Dr. Wolman einen sehr empfindlichen Glühkathodenoszillographen entwickelt, der namentlich für die Schwachstromtechnik von Nutzen sein wird. Einer der hier verwendeten Kunstgriffe besteht in einem Beschleunigungsgitter. Fig. 19 zeigt eine Aufnahme von $1{,}5 \cdot 10^6$ Hertz. Jede Schwingung ist nur ein einziges Mal

geschrieben worden. Freilich darf man bei hochempfindlichen Oszillographen, bei denen die Elektronen langsam fliegen, keine milliardstel Sekunde erwarten. Hier wird man sich schon mit der zehnmillionstel Sekunde zufrieden geben müssen.

Von einer milliardstel Sekunde ab, die wir auf

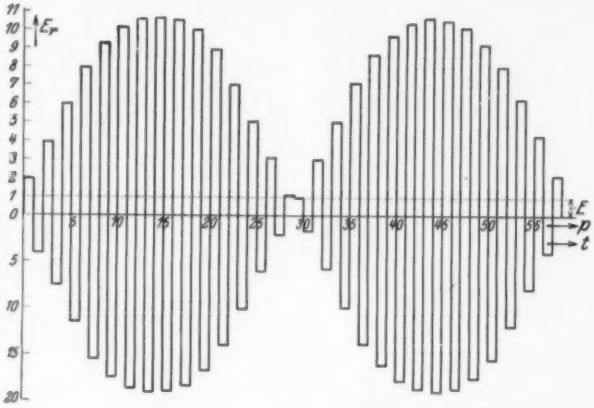


Fig. 11. Windungsspannung an der Spulenrückseite. Maximalwert etwa 10.5 mal größer als die Schaltspannung E.

Theoretisches Bild der Spannung in den mittleren Partien derselben Spule, berechnet von ROGOWSKI 1917. Starkes Ansteigen der Spannung und Schwebungen. Es wird eine sogenannte Eigenfrequenz zweiter Art der Spule zum Schwingen angeregt. Widerstand und Dämpfung vernachlässigt.

Fig. 12.

Spannungsverlauf in den 30 mittleren Windungen der Spule (Fig. 10). Experimenteller Nachweis des starken Spannungsanstiegs und der Schwebungen. Im Vergleich zur theoretischen Figur vorauszusehende Abdämpfung der Schwebungen infolge des Widerstandes. Maximale Spannungserhöhung, bezogen auf die Gesamtspule etwa das $8^1/_2$fache der Schaltspannung. Spannungsmaßstab: 22 mm = 10000 Volt. Zeitmaßstab: 4 mm anfänglich = einer millionstel Sekunde.

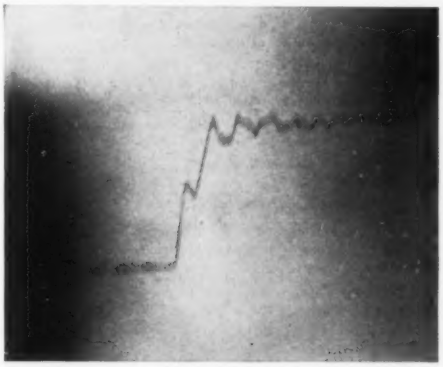
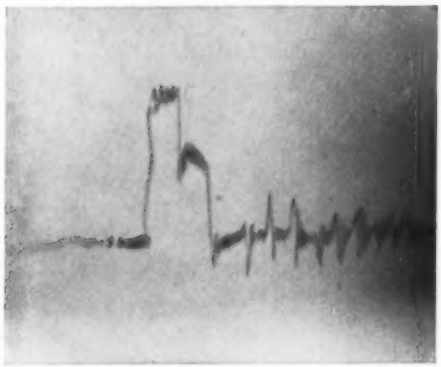


Fig. 13. Spannungsmaßstab: 22 mm = 10000 Volt. Zeitmaßstab: 4 mm anfänglich = einer hundertmillionstel Sekunde.

Verhältnisse wie in Fig. 6. Jedoch Spannung gemessen in 3 m Entfernung vom Ende der Leitung. Die Wanderwelle kommt mit dem Betrage der Schaltspannung an. Die Spannung bleibt dann der Theorie nach zunächst konstant. Nach Reflexion der Spannung am Ende der Leitung Hinaufschnellen der Spannung auf das Doppelte der Schaltspannung. Außerordentlich starke Zeitablenkung. Die mittlere Spannungsstufe dauert etwa eine hundertmillionstel Sekunde, der erste und zweite steile Aufstieg je eine zweihundertmillionstel Sekunde. Man kann Feinheiten von einer milliardstel Sekunde durchaus mit unbewaffnetem Auge erkennen.



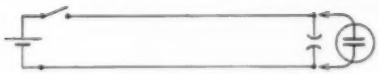
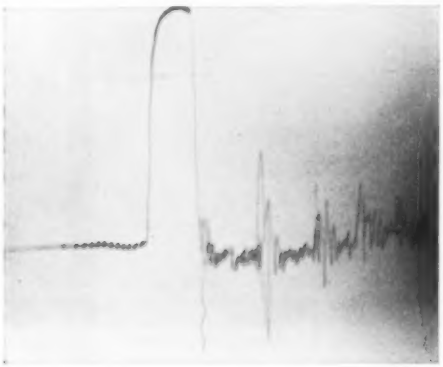


Fig. 14.

Am Ende der 60-m-Leitung befindet sich eine Funkenstrecke, die bald nach Auftreffen der Spannung durchschlägt. Man sieht das steile Ansteigen der Spannung an der Funkenstrecke. Man sieht, daß etwa eine zehnmillionstel Sekunde lang die Spannung von der Funkenstrecke ausgehalten wurde, und daß dann die Spannung infolge des Durchschlags der Funkenstrecke in zwei Stufen zusammenbricht. Spannungsmaßstab: 24 mm = 10000 Volt. Zeitmaßstab: 4 mm anfänglich = einer zehnmillionstel Sekunde.



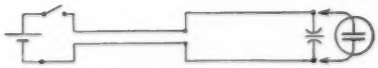
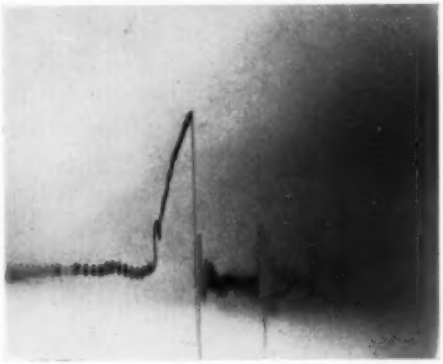


Fig. 15.

Spannungsdurchschlag durch Öl. Funkenstrecke 0,15 mm. Die Spannung steigt sehr rasch auf etwa 16000 Volt. Der Übergang vom Isolator in den Leiter erfolgt momentan, vielleicht in einer hundertmillionstel bis einer milliardstel Sekunde. Die Dauer des Spannungsabstiegs ist ebenfalls auf rund eine dreihundertmillionstel Sekunde zu schätzen. Auch hier sind Feinheiten, die sich in einer milliardstel Sekunde vollziehen, deutlich zu erkennen. Spannungsmaßstab: 38 mm = 16000 Volt. Zeitmaßstab: 4 mm anfänglich = einer zehnmillionstel Sekunde.



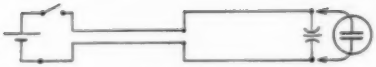


Fig. 16.

Spannungsdurchschlag durch Glimmer. Dicke der Glimmerschicht 0,035 mm. Die Spannung erreicht in etwa zwei zehnmillionstel Sekunden den Wert von 10000 Volt. Alsdann erfolgt momentan der Übergang vom Isolator in den Leiter, wobei auch wieder Zeiten von einer hundertmillionstel Sekunde bis einer milliardstel Sekunde geschätzt werden können. Dann erfolgt der rapide Spannungszusammenbruch.

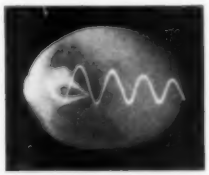


Fig. 17. Außenaufnahme bei einem Glühkathodenoszillographen. Gedämpfte Kondensatorentladung. 145000 Schwingungen in der Sekunde.
Abszisse 1 mm = $1{,}4 \cdot 10^{-6}$ sec
Ordinate 5 mm = 300 Volt.

zwei Wegen bereits erreicht haben, fängt der Kathodenoszillograph an, nicht mehr unverzerrt aufzuzeichnen. Die Masse der Elektronen, so klein sie auch ist, fängt an, sich bemerkbar zu machen. Es hat daher bei den üblichen Abmessungen des Oszillographen wenig Zweck, auf noch sehr viel kürzere Zeiten hinzusteuern. Eine höhere Intensität würde aber insofern Sinn haben, als zu erwarten ist, daß man mit ihr Wanderwellenvorgänge in absehbarer Zeit nicht bloß im Bilde, sondern

direkt auf dem Fluorescenzschirm einem großen Auditorium sichtbar machen kann.

Was haben nun all die vorgetragenen Verbesserungen zu bedeuten? Da möchte ich mir einen Vergleich mit Lupe und Mikroskop gestatten. Auch die Lupe bringt bereits einiges in den Bereich des Auges, was ohne sie unsichtbar bleiben würde. Aber wir wissen, daß hinter dem Auflösungsvermögen der Lupe noch eine ganze Welt liegt, die erst das Mikroskop sichtbar gemacht hat. Genau so hier im elektrischen Fall. Auch der Kathodenoszillograph von gestern, die alte BRAUNsche Röhre, besaß bereits eine gewisse Auflösbarkeit des zeitlich Kleinen. Aber hinter dieser liegt noch eine ganze Welt, die wiederum der Kathodenoszillograph von heute vor das leibliche Auge zaubert. Und ähnlich wie das Mikroskop eine Fülle von Erkenntnis auf wissenschaftlichem und technischem Gebiete gebracht hat, so wird dieses auch unser Kathodenoszillograph tun.

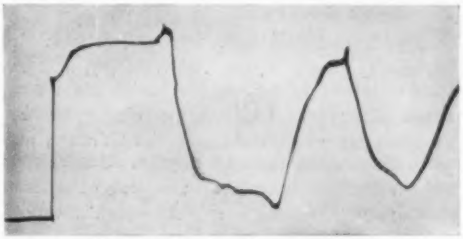


Fig. 18. Innenaufnahme bei einem Glühkathodenoszillographen. Wanderwelle in einer Gummischlauchleitung von 37 m Länge. Schaltspannung 5000 Volt. Maximalspannung 10000 Volt. Zeitmaßstab anfänglich 1 mm = drei hundertmillionstel Sekunde. Der steile Anfangsanstieg ist in rund einhundertmillionstel Sekunde geschrieben.

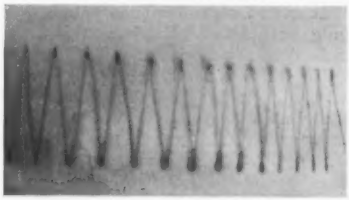


Fig. 19. Aufnahme mit einem empfindlichen Glühkathodenoszillographen. Spannung am Kondensator eines Röntgengenerators. Frequenz $1{,}5 \cdot 10^6$ Hertz. Spannung Kathode-Anode 1600 Volt, kein Beschleunigungsgitter.
Abszisse 1 mm = $2 \cdot 10^{-7}$ sec
Ordinate 1 cm = 7,6 Volt.

Blütenfärbung und Stickstoffdüngung.

Von M. v. WRANGELL und H. v. BRONSART, Hohenheim.

(Aus dem Pflanzenernährungsinstitut der Landwirtschaftlichen Hochschule.)

Die Veränderungen der Blütenfarben unter dem Einfluß verschiedener Wachstumsbedingungen sind bis jetzt wenig erforscht. Während es zweifellos feststeht, daß die Stickstoffdüngung infolge Intensivierung des Assimilationsvorganges den Laubblättern ein leuchtenderes Grün verleiht, so ist es durch objektive Befunde noch nicht festgestellt, ob auch die Blütenfarben in ähnlicher Weise beeinflußbar sind. Von der Industrie, sowie in gärtnerischen Kreisen hört man häufig die Behauptung, daß Blütenpflanzen, die kräftig mit Stickstoff gedüngt wurden, nicht nur ein satteres Blattgrün, sondern auch leuchtendere Blütenfarben aufweisen. Ein derartiger Zusammenhang zwischen Stickstoffdüngung und Blütenfarbe ist, vom rein biologischen Standpunkt aus betrachtet, nicht sehr wahrscheinlich. Näher lag es, diese scheinbare Farbenpracht als eine reine Kontrastwirkung zu erklären, denn es ist selbstverständlich, daß Farben, insbesonders gelbe und rote, sich von einem satten Grün viel kräftiger abheben, als von dem bleichen Gelblichgrün der unter Stickstoffmangel leidenden Pflanzen. Zum Zweck einer objektiven Feststellung haben wir Blüten und Blätter gesondert beobachtet und versucht, die Farbwerte durch eine Meßmethode möglichst genau festzustellen. Wir haben uns zu diesem Zwecke des OSTWALDschen *Farbenatlasses* bedient (Leipzig, Verlag Unesma).

OSTWALD zufolge ist jede Farbe als die Summe dreier Glieder aufzufassen, und zwar setzt sie sich

zusammen aus reiner Farbe — dem Farbton — und einem wechselnden Gehalt an Weiß und Schwarz. Jede Farbe ist durch die Angabe dieser drei bestimmenden Werte eindeutig gekennzeichnet. Der *Farbton* als solcher ist im Atlas mit einer Zahl zwischen 0—100 bezeichnet. Zum näheren Verständnis der Leser diene folgender von uns in

dieser Form zusammengestellter Farbenkreis, der in sich geschlossen ist und bei welchem alle Übergänge möglich und durch ganze oder Bruchzahlen ausdrückbar sind.

Der *Reinheitsgrad* einer Farbe, ausgedrückt durch ihren Gehalt an Weiß und Schwarz, ist im Atlas mit Buchstaben bezeichnet, wobei für den steigenden Schwarzgehalt die Buchstaben a—o, für die entsprechenden Werte des Weißgehaltes die Buchstaben p—a benutzt werden.

Bei unseren Untersuchungen haben wir zwecks Erzielung brauchbarer Ergebnisse jedesmal eine sehr große Anzahl von einzelnen Blütenexemplaren mit den im Atlas vorhandenen Farben verglichen. Um aus dieser großen Zahl von Einzelbeobachtungen Mittelwerte errechnen zu können, mußten wir die von Ostwald gewählten Buchstaben für Weiß- und Schwarzgehalt durch Zahlen ersetzen, und zwar bedienten wir uns zu diesem Zwecke einer Anordnung (psychologische Grauleiter), die dem Fechnerschen Gesetz genügt, wonach nicht solche Helligkeitsverschiedenheiten als gleich empfunden werden, welche gleichen Unterschieden, sondern solche, welche gleichen Verhältnissen der Lichtstärke entsprechen. Ostwald selbst weist den von ihm gewählten Buchstaben für den Schwarz-Weißgehalt folgende in Zahlen ausdrückbare Gebiete zu:

Weißgehalt				*Schwarzgehalt*			
a	—	bis	—	0	bis	30	a
b	100	„	70	30	„	40	b
c	70	„	60	40	„	50	c
d	60	„	50	50	„	60	d
e	50	„	40	60	„	68	e
f	40	„	32	68	„	75	f
g	32	„	25	75	„	80	g
h	25	„	20	80	„	84	h
i	20	„	16	84	„	87,7	i
k	16	„	12,3	87,7	„	90	k
l	12,3	„	10	90	„	92	l
m	10	„	8	92	„	93,6	m
n	8	„	6,4	93,6	„	95	n
o	6,4	„	5	95	„	96	o
p	5	„	4	—	„	—	

Bei der verhältnismäßig großen Reinheit und Leuchtkraft unserer Blütenfarben haben wir praktisch einen Weißgehalt von über 16 kaum je festgestellt. Eine Ausnahme machen die blauen und violetten Blüten, bei denen der Weißgehalt gelegentlich über 30 steigt, so z. B. bei Astern, Chrysanthemen und Lein; die gelben, roten und grünen Farben dagegen weisen in der Natur nur selten einen beträchtlichen Weißgehalt auf. Für den Schwarzgehalt wiederum ist das Zahlengebiet 4—30 als ein sehr niedriger, selten vorkommender und optisch kaum feststellbarer Wert anzusehen; in der Praxis liegen die Schwarzzahlen in der Regel zwischen 40—68. Die folgende vereinfachte Zusammenstellung gibt vielleicht einen ganz guten Überblick über die Verhältnisse, wie sie uns bei unseren Messungen entgegentraten.

Weißgehalt

0—4: kein Weiß feststellbar, also reine Farbe,
4—8: wenig Weiß,
8—20: mittlerer Gehalt,
> 20: hoher Gehalt.

Schwarzgehalt

0—30: kein Schwarz feststellbar, also reine Farbe,
30—40: wenig Schwarz,
40—68: mittlerer Gehalt,
68—96: viel Schwarz.

Die Formel 52^{17}_{32} z. B. würde bedeuten: der Farbton (52) ist blau, mit viel Weiß (17) und fast ohne Schwarz (32), also ein helles nicht ganz reines Blau; oder 96^{7}_{70} besagt: ein grüngelber Farbton mit wenig Weiß und viel Schwarz, also ein dunkles ganz trübes Gelbgrün. Das Zeichen 19^{4}_{30} bedeutet: ein reines Orangerot ohne feststellbare Beimischung von Weiß oder Schwarz.

In welcher Richtung wirken sich nun Farbschwankungen, die durch äußere oder innere Wachstumsfaktoren (Alter, Düngung) hervorgerufen werden, bei unseren Blüten aus? Unsere Untersuchungen wurden 1925 durch Herrn Dr. Gräger mit Kapuzinerkresse (Tropaeolum) begonnen. Die von uns verwandten Pflanzen wuchsen auf Parzellen, die entweder ohne Stickstoff geblieben waren, oder aber 75 kg N je ha in Form von verschiedenen Stickstoffdüngemitteln erhalten hatten.

Im Verlaufe des Wachstums zeigte es sich, daß die Blüten bei den Parzellen 1, 2 und 3 sehr viel früher auftraten; diese standen Mitte Juli schon in voller Blüte, während die Parzellen 4 und 5 nur vereinzelte Blüten aufwiesen, und Anfang bis Mitte August zeigten die erstgenannten Parzellen mindestens doppelt so viel Blüten wie die 2 letzteren, dagegen war der Blattwuchs der Parzellen 4 und 5 um vieles stärker als der der übrigen Parzellen. Auf jeder Parzelle waren verschiedene Sorten Tropaeolum ausgesät, von denen Farbmessungen vorgenommen wurden. Bei den Blüten ist es uns nicht gelungen, Farbunterschiede für die verschiedenen Parzellen festzustellen. Freilich konnten die Blüten infolge ihrer sehr großen Leuchtkraft nicht völlig exakt mit den Ostwaldschen Farbentafeln bestimmt werden. Der Farbton der gelben liegt ungefähr bei 11, bei den orangeblühenden bei 19, während für die dunkelroten Blüten der Farbton nicht zu bestimmen gewesen ist; wir verfuhren also so, daß wir eine große Anzahl von Blüten derselben Sorte von den ungedüngten bzw. gedüngten Parzellen nebeneinander auf weiße Unterlagen legten, um uns auf diese Weise eine einigermaßen einwandfreie Feststellung zu ermöglichen, die zu dem Ergebnis führte, daß die Düngung keine merkliche Veränderung der Blütenfärbung hervorgerufen hatte. Anders dagegen lag es bei den Blättern, hier erhielten wir folgende Ergebnisse, welche aus dem Mittel von 20 Messungen gewonnen wurden:

Das Blattgrün von Tropaeolum bei verschiedener Stickstoffdüngung.

Parzelle	Düngung	Gelbblühende Sorte	Orangeblühende Sorte	Dunkelrotblühende Sorte
1 und 1a	ohne Stickstoff	$95{,}4\frac{6}{77}$	$95{,}3\frac{7}{73}$	$95{,}8\frac{7}{75}$
2 und 2a	mit Ammoncarbonat	$95{,}0\frac{6}{78}$	$94{,}0\frac{6}{78}$	$93{,}6\frac{5}{79}$
3 und 3a	„ Ammonsulfat	$94{,}1\frac{5}{81}$	$93{,}0\frac{5}{80}$	$93{,}4\frac{4{,}5}{81}$
4 und 4a	„ Kalksalpeter	$93{,}3\frac{5}{82}$	$93{,}3\frac{5}{86}$	$93{,}7\frac{4{,}5}{88}$
5 und 5a	„ Natronsalpeter	$93{,}9\frac{5}{82}$	$93{,}7\frac{5}{80}$	$93{,}7\frac{5}{77}$

Wir sehen, daß bei dem Fehlen von Stickstoff der Farbton der Blätter deutlich nach Gelbgrün verschoben wird und daß die mit Stickstoff gedüngten Blätter ferner einen höheren Schwarz- und einen niederen Weißgehalt haben.

Im Sommer 1927 wurden die Versuche mit einer größeren Anzahl von Pflanzen durch Frl. Dr. v. BRONSART fortgesetzt. Die diesjährigen Beobachtungen erstreckten sich auf Eschscholtzia californica, Tropaeolum, Centaurea cyanus, Linum usitatissimum, Tagetes signata pumilla, Papaver glaucum, Chrysanthemen und Geranien.

Der außerordentlich regnerische und kalte Sommer beeinträchtigte die Entwicklung der Pflanzen sehr stark. Teils kamen sie spät zur Blüte, teils verregnete ihre Blüte immer wieder, so daß z. B. von Eschscholtzia kaum genügend Beobachtungen gemacht werden konnten, um ein einwandfreies Resultat zu erhalten. Bei den Blüten der Eschscholtzia sind die Blätter am Grunde leuchtend orange gefärbt und gehen bis zum Rande in ein reines Gelb über; es wurden also die Farben außen und innen gesondert beobachtet. Der Durchschnitt aus 28 Messungen betrug:

Eschscholtzia.

Ohne N-Düngung		Mit Ammonnitrat (80 kg N je ha)	
außen	innen	außen	innen
$5{,}7\frac{5{,}5}{15}$	$17{,}7\frac{6{,}4}{15}$	$6{,}5\frac{5{,}7}{15}$	$16{,}7\frac{6{,}1}{15}$

Im Weiß- und Schwarzgehalt hat unter dem Einfluß der Düngung keinerlei Veränderung stattgefunden, dagegen sind beim Farbton kleine Veränderungen zu beobachten. Es könnte scheinen, als seien die Kontraste zwischen den Farben am Grunde und am Rand der Blütenblätter bei den ungedüngten Pflanzen etwas größer als bei den gedüngten, doch liegt der Unterschied noch innerhalb der Fehlergrenzen.

Bei der Messung der *Tropaeolum*farben wurde ein Gefäßversuch benutzt, der dem Vergleich der Wirkungen von „Blumendünger" (Schwaigern), Nitrophoska und Jauche galt. Es konnten, weil der Versuch eigentlich anderen Zwecken diente als der Farbenmessung, nur eine beschränkte Anzahl von Blüten abgenommen und untersucht werden, wodurch auch hier die Sicherheit des Ergebnisses litt. Die Mittelwerte aus 40 Messungen ergaben:

Ungedüngt	Blumendünger	Nitrophoska	Jauche
(je 1,3 gr N je 5 kg Boden)			
Blüten			
$19{,}5\frac{4{,}6}{15}$	$19{,}6\frac{4{,}9}{15}$	$20{,}5\frac{4{,}5}{15}$	$21\frac{4{,}6}{15}$
Blätter.			
$95{,}7\frac{6{,}1}{78}$	$93{,}2\frac{4{,}8}{84}$	$95{,}4\frac{6}{75}$	$93{,}7\frac{6}{77}$

Bei den Blättern erhalten wir die gleichen Ergebnisse, wie sie Dr. GRÄGER 1925 fand. Die Messung wurde verhältnismäßig spät im Jahre angestellt, so daß bei dem Grün der Laubblätter die Wirkung des organischen Blumendüngers und der Jauche hier deutlicher in die Erscheinung tritt als diejenige von Nitrophoska, welches zur Zeit der Messung durch die Pflanzen schon aufgebraucht war. Bei den Blüten ist unter dem Einfluß der Düngung eine Verschiebung des orangeroten Farbtones nach Rot hin zu beobachten. Der Weiß- und Schwarzgehalt ist unverändert.

Centaurea cyanus (Mittelwerte aus 94 Einzelbestimmungen):

Ohne N	Mit 80 kg N je ha
$50{,}8\frac{13}{39}$	$50{,}0\frac{13}{45}$

Der Farbton der gedüngten Kornblumen ist um ein weniges nach Violett zu neigend, der Schwarzgehalt etwas höher, d. h. die Blütenfarbe um einige Grad dunkler und unreiner als die der ungedüngten Pflanzen. Aber diese Differenz dürfte kaum genügen, um für das Auge eines Unbefangenen die ungedüngten Blüten merklich „leuchtender" erscheinen zu lassen als die gedüngten.

Bei *Linum usitatissimum* schien der Farbton der gedüngten Pflanzen gleichfalls etwas mehr nach Violett zu liegen als der der ungedüngten.

Lein (Mittelwert aus 50 Ablesungen):

Ohne N	Mit 80 kg N je ha
$48{,}6\frac{31}{20}$	$47{,}8\frac{31}{29}$

Bei *Tagetes* war die Blütenfarbe — ein ganz stark leuchtendes, fast bräunliches Orange — mit dem Farbenatlas nicht zu bestimmen. Es wurden statt dessen Farbmessungen an den Blättern vorgenommen, die natürlich ein sehr deutliches Ergebnis zeigten. Aus 56 Messungen waren die Mittelwerte:

Ohne N	Mit 80 kg N je ha
$96{,}1\frac{6{,}2}{80}$	$92{,}9\frac{6{,}1}{78}$

Es tritt hier ebenso wie bei Tropaeolum scharf hervor, daß die Blattfarbe der ungedüngten Pflanzen weiter nach Grünlichgelb zu liegt, als die der mit Stickstoff versorgten; der Unterschied beträgt mehr als 3 Stufen.

Das leuchtende Dunkelrot der Blüten von *Papaver glaucum* konnte nicht einmal dem Farbton nach in den Farbtafeln festgestellt werden. Es war jedoch ein Unterschied zwischen den Blüten der gedüngten und der ungedüngten Parzellen zu bemerken; die ersten hatten ein tieferes und satteres Rot als die letzteren, das obwohl in Farbton und

Farbreinheit dem andern etwa gleich, doch etwas weniger leuchtend war. Die Erklärung dieser Erscheinung erfolgte durch einige mikroskopische Präparate, die deutlich zeigten, daß der Querschnitt der Blütenblätter bei den gedüngten Pflanzen dicker war als der bei den ungedüngten.

Auf diese rein mechanisch-optische Weise dürfte es bei Pflanzen mit sehr zartblättrigen Blüten häufig zustandekommen, daß die Blüten gedüngter Pflanzen von satterer Farbe erscheinen als die ungedüngten Pflanzen; es ist sehr wahrscheinlich, daß die kräftigere Entwicklung der ganzen Pflanze bei genügender oder reichlicher Stickstoffversorgung auch auf den Bau der Blütenblätter von Einfluß ist.

An Kornblumen wurden weiterhin Blüten etwas verschiedenen Alters untersucht. Der Farbton scheint bei den älteren Blüten der gleiche zu bleiben. Bei einer großen Zahl von Bestimmungen fanden wir stets 49, wohl aber nahm mit zunehmendem Alter der Weißgehalt zu und der Schwarzgehalt ab.

Centaurea cyanus verschiedenen Alters:

jüngere, dunklere Blüten	ältere, hellere Blüten
$49\frac{9}{64}$	$49\frac{14}{55}$

Die diesjährigen Versuche waren durch späte Aussaat, schlechte Witterung und nicht sehr günstige Wahl der Versuchsobjekte beeinträchtigt und haben nur orientierenden Charakter. Sie haben immerhin gezeigt, *daß die Beeinflussung der Farbwerte der Blüten durch Stickstoffdüngung keine große ist, sondern daß die größere Farbenpracht in erster Linie durch Kontrastwirkung zu erklären ist. Ferner ist es wahrscheinlich, daß gerade die „Leuchtkraft" der Blüten auch von der anatomischen Beschaffenheit der Blütenblätter abhängt* (Stärke, Blattoberfläche, Vorhandensein von Papillen usw.). Im nächsten Jahr sollen die Versuche fortgesetzt und auch in dieser Richtung hin Untersuchungen angestellt werden.

Nachschrift: Nach Abschluß der Arbeit ist uns ein Katalog der Blumenfirma Benary-Erfurt zugegangen, der die Farbbeschreibungen durch die OSTWALDschen Farbbezeichnungen ersetzt; die Anordnung ist etwas anders als die von uns gewählte: für die Farbtöne werden die Zahlen 1—14 benutzt; der Weiß-Schwarzgehalt wird durch die Buchstaben a—r ausgedrückt.

Besprechungen.

IHLE, J. E. W., P. N. VAN KAMPEN, H. F. NIERSTRASZ und J. VERSLUYS, **Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere.** Aus dem Holländischen übersetzt von C. CHR. HIRSCH. Berlin: Julius Springer 1927. VIII, 906 S. und 987 Abb. im Text. 17 × 26 cm. Preis geh. RM 66.—, geb. RM 68.40.

Es ist eine alte Erfahrung, daß selbst die besten ausländischen Lehrbücher nur relativ wenig in Deutschland gelesen werden, wenn sie nicht vorher ins Deutsche übersetzt worden sind. Dies gilt selbst für Werke, die, wie das vorliegende, in einer dem Deutschen so ähnlichen Sprache, wie das Holländische es ist, veröffentlicht wurden. Die Übersetzung und Herausgabe des obigen Buches ist aber auch deshalb zu begrüßen, weil wir zur Zeit kein ähnliches Werk über vergleichende Anatomie besitzen. Das Handbuch von GEGENBAUR, obgleich als ideenreiches Monumentalwerk eines hervorragenden Forschers von bleibendem Wert, ist heute zum Teil wohl veraltet, ganz abgesehen davon, daß es in keinem sehr leichten Stil geschrieben ist. BÜTSCHLIS ausgezeichnete vergleichende Anatomie — die ebenso wie das vorerwähnte Werk umfassender angelegt ist als das Buch der vier Autoren — könnte auch weiteren Ansprüchen genügen, wenn sie nicht immer noch unvollendet wäre. So bleiben nur noch die Werke von HALLER, WIEDERSHEIM und SCHIMKEWITSCH, von denen das von WIEDERSHEIM das bedeutendste ist. Sie sind jedoch sämtlich, abgesehen davon, daß sie einen geringeren Umfang besitzen, auch schon älteren Datums. Das Buch der vier Autoren kommt also gerade zur rechten Zeit.

Einem Werk, das von mehreren Personen verfaßt ist, muß natürlich stets bis zu einem gewissen Grad der einheitliche Charakter fehlen. Es ist deshalb sehr erwünscht, daß der gelehrte Übersetzer, C. CHR. HIRSCH, der, wenn auch heute physiologisch orientiert, von der Zoologie herkam, dem Werk durch Vereinheitlichung des Stils, der Terminologie, der Bezeichnungen der Abbildungen, sowie durch mancherlei Verweise in den einzelnen Kapiteln eine gewisse äußere, zum Teil wohl auch innere Konformität zu verleihen wußte. Die Ausstattung des Buches ist ganz vorzüglich: nahe an tausend Abbildungen erläutern die einzelnen Abschnitte. Die meisten sind allerdings andern Werken, besonders auch vielen Lehrbüchern entnommen, was bei der großen Auswahl guter Bilder, die in der Literatur zur Verfügung stehen, kein Fehler ist. So weit ich sehe, findet sich nur in den Kapiteln über das Atmungs- und Gefäßsystem von NIERSTRASZ eine *größere* Anzahl — etwas über ein Dutzend — eigener Figuren eines Autors.

Auf folgende Weise teilen sich die vier Verfasser in den Stoff: Von VAN KAMPEN stammen die Einleitung und die Abschnitte Nervensystem und Sinnesorgane. VERSLUYS bearbeitete zusammen mit NIERSTRASZ eine Übersicht über das System, sodann das Skelett, das Muskelsystem, die elektrischen Organe. IHLE schrieb die Abschnitte über die Leibeshöhle, die Ernährungsorgane, die Urogenitalorgane und die Nebennieren. Endlich bearbeitete NIERSTRASZ — außer mit VERSLUYS den Abschnitt über das System — die Atmungsorgane, das Blut- und das Lymphgefäßsystem. Am Ende jedes größeren Abschnittes findet sich ein reiches Literaturverzeichnis, so daß jeder, der sich für ein Gebiet näher interessiert, hierdurch leicht zu den hauptsächlichsten Quellen gelangen kann. Jedem Kapitel wird eine allgemeine Einleitung über das jeweilige Organsystem vorausgeschickt. Hier finden sich meist Betrachtungen über die Aufgaben der betreffenden Organe, ihren histologischen Aufbau, sowie gelegentlich auch einiges über ihre Entwicklungsgeschichte. Aus der Gruppe der Avertebraten wird öfters Amphioxus zum Vergleich herangezogen, so im Kapitel über Atmungsorgane und Blutkreislauf, wo der berühmten Form eigene Abschnitte gewidmet werden. Wenn auch keine andere Tiergruppe der Wirbellosen eine ähnliche hohe Bedeutung für die Wirbeltiere hat wie Amphioxus, so wäre es doch vorteilhaft gewesen, wenn auch auf einige andere niedere Gruppen etwas näher eingegangen worden wäre. Referent denkt vor allem an die Tunicaten und Anneliden, deren Organisation ebenfalls bis zu einem gewissen Grad interessante Schlaglichter auf den früheren Bau der Wirbeltierorgane

wirft. Man denke nur an alle die Fragen, die sich an gewisse Drüsenorgane, an die Segmentation, an die Leibeshöhle, an das Nephridial- und Geschlechtsorgansystem sowie noch manche andere Organgebilde anknüpfen.

Erfreulich ist es, daß dem in der Einleitung ausgesprochenen Leitsatz, daß neben der Abstammung und Entwicklung auch die Funktion die Form beeinflußt, in hinreichendem Maße Rechnung getragen wird. So finden sich denn neben phylogenetischen und entwicklungsgeschichtlichen Darlegungen nicht selten funktionsphysiologische Betrachtungen, besonders natürlich im Kapitel Skelettsystem, das entsprechend seiner Bedeutung und der Zahl seiner Ergebnisse den umfangreichsten Teil des Buches darstellt. Hier wird auch in eingehender und sachkundiger Weise paläontologisches Material herangezogen. Sehr häufig ergeben sich gerade bei den fossilen Formen, abgesehen von Homologiegesichtspunkten, sehr interessante Aufschlüsse über die Wirkung von Funktionsänderungen auf den Knochenbau, wie z. B. bei den Dinosauriern, der Einfluß der Bipedie auf den Bau der Vorder- und Hinterextremitäten und die Änderungen, die andererseits durch die Rückkehr der bipeden Formen zur Tetrapedie an dem Bewegungsskelett eintreten.

Es ist schade, daß solche Fragen allgemeineren Interesses über den Einfluß bestimmt gerichteter Funktionsänderungen auf den Körperbau, die auch in phylogenetischer Beziehung von hoher Bedeutung sind, nur immer in den Lehrbüchern im Anschluß an gewisse Einzelfälle und gewisse Organe in den Vergleichsreihen erörtert werden. Wären hier nicht Spezialkapitel, welche die Erscheinung in allen Tierreihen, wo sie vorkommen, aufsuchten und sie in ihrer Wirkung auf das gesamte Organsystem verglichen, für das Verständnis der Genese des Tierkörpers viel fruchtbarer? Zweifellos würden sich hier interessante allgemeine Folgerungen ziehen lassen. Als Beispiel möge gerade auf die Bipedie hingewiesen werden, die an verschiedenen Stellen der Wirbeltierreihe angestrebt wird und bei den Vögeln und dem Menschen ihre höchste Ausbildung erlangt hat. Es gibt aber noch gar manches solcher Probleme, das ähnlich behandelt werden könnte.

Als Gesamteindruck des Werkes läßt sich wohl sagen, daß es von einem großzügigen Standpunkt aus verfaßt ist; nirgends verlieren sich die Verfasser in Einzelheiten. Phylogenetische Spekulationen überwuchern nie die Tatsachen. Nur an wenigen Stellen, wie z. B. bei der Erörterung der Phylogenie des Mammaliergebisses, nehmen sie einen größeren Raum ein. Die Auswahl des Stoffes ist ebenso wie die der Figuren ganz vorzüglich.

Für welche Kategorie von Lesern das Buch bestimmt ist, wird nicht besonders angegeben. Daß es nicht gerade für erste Anfänger geschrieben ist, mag schon aus seinem Umfang hervorgehen. Indessen ist die Sprache durchaus einfach und deutlich, überflüssige Fremdworte sind vermieden, unerläßliche Fachausdrücke werden kurz erklärt. Voraussetzung für das Verständnis des Buches ist nur eine elementare Kenntnis des zoologischen Systems der Wirbeltiere sowie der wichtigsten physiologischen Tatsachen. Sonach dürfte es ein vorzügliches Handbuch für fortgeschrittene Studierende sein; aber auch dem wissenschaftlichen Forscher, sowie dem Hochschullehrer wird es als Nachschlagebuch ausgezeichnete Dienste gewähren.

R. W. Hoffmann, Göttingen.

GRIMPE, G., und E. WAGLER, **Die Tierwelt der Nord- und Ostsee.** Lieferung VII. Teil III.f: *Ctenophora* von Thilo Krumbach (50 S., 27 Abb.); Teil X.g_1: *Leptostraca* von J. Thiele (8 S., 6 Abb.); Teil XII.a: *Cyclostomi* von W. Schnakenbeck (14 S., 13 Abb.); Teil XII.e: *Elasmobranchii* von E. Ehrenbaum (66 S., 44 Abb.). Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1927. 15 × 22 cm. Preis RM 10.80.

Den drei in Nord- und Ostsee festgestellten Ctenophorenarten widmet Krumbach 50 Seiten. Er gibt eigentlich drei kleine Monographien, in denen er neben eigenen Erfahrungen alle erreichbaren Angaben aus der Literatur zusammenträgt. Dabei sind ihm leider ein paar grobe Flüchtigkeitsfehler untergelaufen. Unter Leuchtfähigkeit wird z. B. eine Angabe von Spek angeführt, daß das ungefurchte Ei von Beroi bei Betrachtung im Dunkelfelde „intensiv smaragdgrün erstrahlt". Ferner wird behauptet, Mortensen habe den bestimmten Nachweis erbracht, daß *Bolinopsis* sich „auch durch Teilung" fortpflanze. In der zitierten Arbeit spricht M. aber überhaupt nicht von Teilung, sondern nur von dem bis dahin geleugneten sehr hohem Regenerationsvermögen der Ctenophoren. Auch bei der Auswahl der Abbildungen wäre größere Sorgfalt erwünscht. Sie sind zum Teil stark veraltet. Bei einer (Fig. 8) gibt Verf. selbst an, daß sie fehlerhaft sei!

Die nur in der Nordsee und nur durch das Genus *Nebalia* vertretene interessante Crustaceengruppe Leptostraca wird von Thiele sehr knapp aber ausreichend behandelt. Über ihre phylogenetische Stellung sagt Verf., daß sie den Ausgangsformen der Malacostraken am nächsten stehe.

Schnakenbeck bevorzugt in seiner Darstellung der Cyclostomen, entsprechend den Zwecken des Buches, die Systematik und Öcologie. Die Anatomie wird nur soweit behandelt, als sie für die Bestimmung in Betracht kommt, die Physiologie, nur insofern sie zur Erklärung der in manchen Punkten merkwürdigen Lebensweise der Gruppe notwendig erscheint. Aus der Entwicklungsgeschichte werden nur die Larvenformen erwähnt. Zu den mancherlei strittigen Punkten in der Biologie der Cyclostomen nimmt Verf. entschieden aber maßvoll Stellung.

Bei der Darstellung der ungemein formenreichen, als Fischnahrung auch wirtschaftlich wichtigen freilebenden Copepoden mußte Pesta sich der allergrößten Knappheit befleißigen. Doch ist sie für die Zwecke des Buches entschieden ausreichend und bietet eine gute Einführung in das Studium der schwierigen Gruppe, die es den Anfänger ermöglicht, sich schnell zu orientieren und auf die Benutzung von Spezialwerken vorzubereiten. Angeführt sind 108 Genera mit 276 Spezies. Vielleicht hätte die Zahl der Abbildungen vermehrt werden können; doch genügen wohl auch die vorhandenen berechtigten Ansprüchen. Als besonders nützlich dürften sich die auf Fig. 3, 4, 5, 18 und 19 zusammengestellten Typenbilder erweisen. Sehr reich illustriert ist Krügers Bearbeitung der Cirripedien. Neben Systematik, Anatomie, Physiologie und Öcologie wird auch die Embryologie ausführlich behandelt, die ja bei dieser Gruppe manches Merkwürdige aufweist.

Auf die Cyclostomen folgt den Schluß der Lieferung bildend die gründliche, Systematik, Anatomie, Physiologie und Öcologie gleichmäßig berücksichtigende Bearbeitung der Elasmobranchier von Ehrenbaum.

J. Gross, Neapel.

GRIMPE, G., und E. WAGLER, **Die Tierwelt der Nord- und Ostsee.** Lieferung VIII. Teil II.c^1: Tintinnidae von E. Jörgensen (126 S., 32 Abb.); Teil X.c^1: Copepoda non parasitica von O. Pesta (72 S., 19 Abb.); Teil X.d: Cirripedia von P. Krüger (40 S., 39 Abb.); Teil XII.b. Branchiostoma (46 S., 15 Abb.). Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1927. 15 × 22 cm. Preis RM 14.60.

Bei der Bearbeitung der interessanten Infusorienfamilie Tintinnidae durch Jörgensen werden in erster

Linie die Gehäuse berücksichtigt, wie das bei dieser noch recht mangelhaft bekannten Gruppe ja nicht anders möglich war. Doch wird auch über den Weichkörper alles Wissenswerte, auch das noch Hypothetische beigebracht. Von den zahlreichen Abbildungen sind die allermeisten Originale.

FRANZ legt, wie er in der Einleitung hervorhebt, das Hauptgewicht seiner Darstellung des Genus *Branchiostoma* (= Amphioxus) auf das ökologische, physiologische und experimentelle Gebiet. Doch werden auch Anatomie und Entwicklung so ausführlich behandelt, wie es das allgemeine Interesse, wohl rechtfertigt, das dem „ursprünglichsten Wirbeltier", wegen seiner großen phylogenetischen Bedeutung zukommt, wenn auch, wie Verf. meint, viele Grundzüge seiner Organisation den Zoologen allbekannt sind. J. GROSS, Neapel.

GRIMPE, G., und E. WAGLER, **Die Tierwelt der Nord- und Ostsee.** Lieferung IX. Teil VI.c_1: Oligochaeta von W. MICHAELSEN (44 S., 68 Abb.); Teil XII.a_2: Thaliacea von J. E. W. IHLE (28 S., 12 Abb.); Teil XII.f_1: Chondrostei von E. EHRENBAUM (6 S., 4 Abb.); Teleostei Physostomi von H. M. KYLE und E. EHRENBAUM (86 S., 68 Abb.). Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1927. 15 × 22 cm. Preis RM 13.60.

MICHAELSEN hat in seine Bearbeitung der Oligochäten alle Formen aufgenommen, die an einen Salzgehalt ihrer Umgebung von mindestens $5^0/_{00}$ angepaßt sind. Nur solche will er als „heimisch gewordene Gäste des Meeresgebietes" ansehen. Es sind im ganzen nur 23 Spezies. Doch berechtigt ihre in vieler Hinsicht interessante Lebensweise wohl eine ausführliche Behandlung. Dabei ist namentlich der ökologische Abschnitt so fesselnd gestaltet, wie das nur einem gründlichen Kenner möglich ist, der auf Grund jahrzehntelanger Erfahrung schreibt.

Von den Thaliaceen, die fast durchweg Warmwasserformen sind, hat IHLE nur die *Salpen* ausführlich behandelt, da nur sie in Nord- und Ostsee mit einiger Regelmäßigkeit vorkommen. Die im Gebiet nur als seltene Gäste auftretenden Dolioliden und Pyrosomen werden wesentlich kürzer abgehandelt, doch wird auch von ihnen alles für den Anfänger Wissenswerte aufgeführt.

EHRENBAUM faßt sich bei der Bearbeitung des Störes als einzigen in Ost- und Nordsee vorkommenden Vertreters der Chondrostei in bezug auf Anatomie und Entwicklungsgeschichte sehr kurz und bespricht eingehender nur Verbreitung, Lebensweise und wirtschaftliche Bedeutung.

Aus der Unterordnung der Physiostomi berücksichtigen KYLE und EHRENBAUM die Familien der Clupeiden, Salmoniden, Scopeliden, Anguilluliden, Esociden, Cypriniden und Siluriden, welche die ihnen zuteil gewordene eingehende Darstellung wohl verdienen, besonders weil zu ihnen die wirtschaftlich so wichtigen Heringe, Lachse, Aale, Hechte und Karpfenartigen gehören. In manchen Punkten, z. B. der Systematik der Salmoniden weichen die Verff., die sich vielfach auf englische und skandinavische Quellen stützen, von den in deutschen Büchern üblichen Darstellungen ab. An einigen Stellen, z. B. bei der Besprechung der Laichplätze und Wanderungen der Aale wäre größere Klarheit erwünscht. Die Angaben über den „Wassersinn", den „Wettersinn" und die Kletterkünste des Flußaales grenzen nah ans Anekdotenhafte.

J. GROSS, Neapel.

WEIGELT, J., **Rezente Wirbeltierleichen und ihre paläobiologische Bedeutung.** Leipzig: Max Weg 1927. XVI, 227 S., 37 Tafeln und 28 Textfig. 17 × 26 cm. Preis geh. RM 24.—.

„Jedem Besucher der großen [paläontologischen] Sammlungen drängt sich die Frage auf: Wie sind alle diese Tiere umgekommen, was ist mit ihnen bis zur Einbettung geschehen, welche besonderen Umstände haben ihre Erhaltung in so beträchtlicher Anzahl ermöglicht?" Das Buch von WEIGELT, in dessen Einleitung dieser Satz steht, beantwortet solche Fragen für eine große Zahl bekannter und noch unbekannter Funde. Es verdankt seine Grundlagen vor allem einem längeren Aufenthalt des Autors an der Golfküste der südlichen U. S. A., wo seine „rezent-geologischen" Forschungen gipfelten in dem Erlebnis eines Norther von katastrophaler Wirkung. Zwischen dem 18. und 20. Dezember 1924 lag dort ein Temperatursturz von 32°, durch den in wenigen Tagen z. B. $1^1/_4$ Million Rinder auf verschiedene Art umkamen. Als eine weitere Folge dieses Nordwinds konnte in einem $4^1/_2$ km langen See ein Leichenfeld von 1300 m Länge bei 350 m größter Breite untersucht werden; Ganoid- und Knochenfische, Amphibien, Schildkröten, Alligatoren, Enten und Treibholz waren hier geradezu zu einem Pflaster von Leichen konzentriert. Im Januar und Februar war das Gebiet noch unter Wasser, im März lagen die Kadaver frei und konnten photographisch festgelegt werden, im November 1925 war fast das ganze Gelände des Sees von 5 m hohem Pflanzenwuchs bedeckt, die Leichenreste durch dichtes Gras überwuchert. Hier lernt man einmal eine Möglichkeit zum Fossilwerden einer reichen Fauna eingehend kennen; doch wird von Tausenden solcher Leichenfelder kaum eines erhalten bleiben.

Sind am Saum dieses Sees Wirbeltierleichen und Holzreste parallel, rechtwinklig zum Ufer angetrieben, dienen die Köpfe der Fische und die Querenden der Hölzer als neues Ufer, dem sich ein zweites System von Fischleichen und Holzresten rechtwinklig anschließt — so erinnert das an eine Gruppe von *6 Pantelosaurus* aus dem Rotliegenden, in deren Anordnung jetzt ebenfalls Harmonie zu erkennen ist: 4 Individuen bildeten offenbar an irgendeinem Ufer einen Leichensaum, vor dem die 2 anderen sich rechtwinklig anlegten. Haben die Wellen im Golf von Mexiko an der Mitte einer uferparallel angetriebenen Palmwedelrippe eine Frucht festgelegt — so gleicht dem der lange *Homoeosaurus* aus dem Weißjura, bei welchem im augenscheinlichen Strömungsschatten der Körpermitte ein Pflanzenrest gefunden wurde. Sind rezente Leichen durch Schrumpfung beim Austrocknen, durch aufblähende Fäulnisgase, durch Aasfresser, Form des Untergrunds, Wasserströmung in unnatürliche Stellung geraten — so lassen sich für jede Stellung Beispiele fossiler Tiere beibringen und jetzt von deren natürlicher Todesstellung unterscheiden. 114 hervorragend gelungene (zum Teil senkrecht von oben aufgenommene) Photos rezenter Leichen in Lichtdruck und 52 Photos und Zeichnungen entsprechender Fossilien veranschaulichen so das Aktualitätsprinzip der Geologie in großartigster Weise.

Der Text bringt die Unmenge der Tatsachen in knappster Form wie Schlag auf Schlag, oft fast zu hart beieinander, doch dadurch eher bunt als etwa trocken wirkend. Die Überschriften der Kapitel deuten nur an, was die Abschnitte alles enthalten; doch mögen sie zeigen, für wie viele Gebiete der Naturwissenschaften dies eigenartige Werk von Interesse ist: I. Der Tod und seine Folgeerscheinungen. II. Die Arten des Todes. III. Gesetzmäßigkeiten der Lage rezenter und fossiler Wirbeltierleichen. IV. Das Leichenfeld von Smithers Lake und seine Entstehung. V. Leichenfelder und Konzentrationserscheinungen in geologischer Vergangenheit. T. EDINGER, Frankfurt a. M.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Fachsitzung am 19. Dezember 1927 hielt Dr. Albert Herrmann, Berlin, einen Vortrag mit Lichtbildern: **Das Problem des Schott el-Djerid.** Durch die von Paul Borchardt erörterte Atlantisfrage (vgl. Petermanns Mitteilungen 1927, S. 19ff.) ist das Problem der südalgerischen und südtunesischen Schotts in ein neues Stadium getreten. Namentlich gilt dies von dem größten dieser Salzpfannen, dem Schott el-Djerid, der heute durch eine 7 km breite Schwelle von dem zur Kleinen Syrte periodisch abfließenden Schott el-Hameima getrennt ist. Die Franzosen hatten früher geglaubt, durch Durchstechung dieser Schwelle eine Meeresbucht bis zu den südalgerischen Schotts zu schaffen. Dieser Plan erwies sich als undurchführbar, da sich bei dem Nivellement von 1878 herausstellte, daß der Schott el-Djerid nicht wie die südalgerischen Schotts unter, sondern über dem Spiegel des Meeres liegt. Seitdem wurde die Annahme, daß er in früherer historischer Zeit mit der Kleinen Syrte in Verbindung gestanden habe, allgemein abgelehnt. Man beging aber den Fehler, daß man nur die für das Westende des Schotts gefundene Höhenzahl + 15 m zugrunde legte; denn nach dem geologischen Profil und topographischen Aufnahmen steigt die Seehöhe nach Osten hin bis zu 31 m, so daß der Schott el-Hameima nicht 9 m höher, sondern 7 m tiefer liegt. Da überdies die schiefe Lage des Schott el-Djerid nur für die jüngste Zeit denkbar ist, wo er sich zu einer Salzpfanne verfestigt hat, muß er, als er noch ein richtiger See war, eine andere, überall gleiche Höhenlage gehabt haben.

Die weitere Beobachtung, daß sich dasselbe geologische Profil westwärts nach den südalgerischen Schotts fortsetzt und sich in rezenten Sanden des Schott el-Djerid cardium edule vorfindet, eine Muschelart, die nur im Salzmeere leben konnte, legt folgende Schlußfolgerung nahe: Noch in historischer Zeit lag der Schott el-Djerid nicht höher als der Meeresspiegel, er war eine Meeresbucht, die über den heutigen Schott el-Hameima und das von dem Vortragenden besuchte Bett des Wadi el-Melah mit dem Mittelländischen Meere in Verbindung stand; darauf trat eine zunehmende Schiefstellung der ganzen Senke ein, wodurch die südalgerischen Schotts unter den Meeresspiegel sanken, der Schott el-Djerid und der Schott el-Hameima gehoben wurden. Da außerdem zwischen diesen beiden eine vollständige Trennung eintrat, mußte der Schott el-Djerid allmählich zu einem salzigen Morast, schließlich im 19. Jahrhundert zu einer Salzpfanne werden. Die östliche Hebung der Senke wirkte auch auf das gesamte Einzugsgebiet der Schotts nach. Früher hatten die Gewässer, deren Quellen in Ahaggar, im westlichen Tripolis und im südlichen Atlasgebirge liegen, durch die ehemalige Meeresbucht Abfluß zur Kleinen Syrte, heute dringen sie kaum bis zu den südalgerischen Schotts vor, da überdies das Vordringen der Wüste zahlreiche Flußläufe zugeschüttet hat. Damit ist ein altes, mit dem Meere verbundenes Kulturland bis auf einige Oasen der vollständigen Verödung anheimgefallen.

Diese lediglich aus Beobachtungen gewonnene Hypothese wird in merkwürdiger Weise durch die antike Überlieferung unterstützt. Was die Kritik der griechischen Quellen betrifft, so hat man bisher zu wenig beachtet, daß mit Verschiebungen in der Oikumene oft auch eine Versetzung geographischer Namen verbunden gewesen ist. Von diesem Standpunkte aus dürften Okeanos, Atlantisches Meer und Erythräisches Meer ursprünglich Bezeichnungen für den Tritonsee, den heutigen Schott el-Djerid, sein, wodurch Borchardts Ansicht, Platos Atlantis habe hier gelegen, von neuem gestützt wird. Wir verstehen jetzt auch, daß nach Plato das „Atlantische Meer" kein richtiges Meer gewesen sei, sondern nur eine Meeresbucht, die infolge von Erdbeben später verschlammte; in diesem Zusammenhange wird ferner klar, daß die Poseidonburg, die nach Platos genauen Maßangaben zwischen dieser Bucht und dem wirklichen Meer angelegt war, von drei Wasserringen umgeben gewesen sein soll; sie mag also vielleicht eine Lagunenstadt gewesen sein. Da sie nach einem Deutungsversuch des Vortragenden mit dem Troja der Ilias identisch ist (vgl. Petermanns Mitteilungen 1927, S. 332ff.), dürfte das Erdbeben, durch das die Stadt während eines Krieges mit den Griechen untergegangen sein soll, in die Zeit um 1184 v. Chr. fallen. Von nun an begann die langsame Verschlammung der Meeresbucht; zur Zeit der Fahrten nach dem metallreichen Tartessos, das mit dem „Atlantischen Meer" ebenfalls hier — und nicht etwa in Südspanien — zu suchen ist, war eine Einfahrt noch möglich. Jedoch um 500 v. Chr. war die Verbindung mit der Kleinen Syrte abgeschnitten, und zur Römerzeit sprach man bereits von dem Tritonischen Sumpf. Die Angaben der Überlieferung sind also mit den modernen Beobachtungen durchaus vereinbar, und die Atlantisfrage tritt dadurch in ein ganz neues Licht. A. H.

Am 7. Januar 1928 berichtete Professor Erland von Nordenskiöld, Göteborg, über seine **Forschungen in Panama und Columbia.** Seine Ausführungen bezogen sich hauptsächlich auf die Geschichte sowie die materielle und geistige Kultur der Indianerstämme, die den Isthmus von Darien bewohnen. Dieses Gebiet ist so unwegsam, daß man nur auf dem Seewege in bequemer Weise von Panama nach Columbia gelangen kann. Die Darstellung der Flüsse auf den bisherigen Karten ist zum Teil sehr fehlerhaft. Die Gezeiten haben an der südlichen, pazifischen Küste eine Hubhöhe von 5 m und mehr, an der nördlichen, atlantischen Küste dagegen nur Bruchteile eines Meters. In den Küstendörfern grassiert vielfach die Malaria, während dieselbe auf den dicht bevölkerten, die Küste umsäumenden Koralleninseln nicht vorkommt. Im allgemeinen hat die von den Nordamerikanern an der Panamakanal-Zone durchgeführte Sanierung auf die hygienischen Verhältnisse günstig gewirkt.

Man findet ein buntes Völkergemisch von Indianern, Negern, Mulatten, Chinesen und sehr wenigen Weißen. Von den beiden Volksstämmen, die der Vortragende besonders ausführlich schilderte, den Cuna- und den Choco-Indianern, halten sich die ersteren völlig frei von der Vermischung mit Negern. Im Jahre 1924 will man unter den Cunas weiße Indianer mit blauen Augen entdeckt haben. Es handelt sich bei diesen aber nach der Ansicht des Vortragenden um Albinos, die schon im 17. Jahrhundert bekannt waren und von denen etwa einer auf 150 normale Indianer kommt. Allerdings gibt es bei den Cuna-Indianern neben den Albinos auch einen helleren Typus. Die Cuna haben Segelkanus und sind vielfach als Seeleute auf Schiffen weit in der Welt herumgekommen. Viele sprechen spanisch und englisch, manche sogar schwedisch. Sie tragen oft europäische Kleidung sowie reichen Goldschmuck und wollen als zivilisiert betrachtet werden. Ihre altertümliche Bilderschrift wird von rechts nach links gelesen. Jedes Cuna-Dorf hat 2 gewählte Häuptlinge, die sich gern historische Namen beilegen, z. B. Napoleon Bonaparte, Martin Luther u. a. m.

Die Choco-Indianer dagegen haben keine Häuptlinge, sondern erkennen nur eine Familienautorität an. Sie heiraten nicht innerhalb ihres eigenen Clans, sondern holen sich die Bräute aus anderen, oft weit entfernt wohnenden Sippen. Der junge Ehemann bleibt dann nicht in seinem Dorf, vielmehr siedelt er zu seinem Schwiegervater über. Der Reinlichkeitssinn ist bei diesem Stamm stark ausgeprägt und mehrmaliges Baden am Tage die Regel. Die Pfahlbauten, in denen sie wohnen, sind sehr geräumig; sie haben bis zu 18 m Durchmesser. Rings um ihre Hütten pflanzen die Choco Blumen, mit denen sie sich auch schmücken.

Die Berührung mit den Weißen hat beiden Stämmen nicht geschadet, denn sie haben nur die guten Seiten der europäischen Kultur übernommen. Geschlechtskrankheiten und Trunksucht kommen so gut wie gar nicht vor, und letztere ist selbst unter Mulatten und Negern seltener als unter den dort lebenden Nordamerikanern. Die Indianer zeichnen sich durch eine reiche Kultur, namentlich auch auf geistigem Gebiet aus. Ihre Sittlichkeit steht sehr hoch. Diebstahl ist unbekannt. In ihrer Moral sind sie den Mulatten und Negern weit überlegen. Sie eignen sich aber nicht so gut wie diese zu Tagelöhnerarbeit. Ihre wichtigste Kulturpflanze ist die Banane; daneben treiben sie Maisbau, wobei sie die Felder mit Phosphaten düngen, die im Inneren des Landes vorkommen. Bemerkenswert ist, daß die Cuna-Indianer 1924 einen neuen Staat begründet haben, der auch heute noch als selbständige Republik „Tule" besteht.

In der Fachsitzung am 16. Januar 1928 hielt Dr. Hans Maier, Leipzig, einen Vortrag mit Lichtbildern über **Bevölkerungsprobleme der Nordmandschurei.** Die Mandschurei ist gegenwärtig ein aussichtsreiches Kolonialgebiet, um dessen Besitz die drei Großmächte, China, Rußland und Japan rivalisieren. Über die Bevölkerungszahl liegen keine zuverlässigen Zählungen vor. Die verschiedenen Angaben schwanken für manche Gebiete des Landes um das 10- bis 15fache. Die neuesten japanischen Schätzungen ergeben etwa $27^1/_2$ Millionen Einwohner, von denen jedoch nur wenige Zehntausende rassisch noch unvermischte Mandschu sind.

Der Vortragende hat als Mitglied der Stötznerschen Helungkiang-Expedition die Bevölkerungsverhältnisse der Nordmandschurei untersucht, als welche er die Provinz Helungkiang und den Norden der Provinz Kirin von der Südmandschurei unterscheidet. Die Nordmandschurei umfaßt etwa 700000 qkm mit 8—9 Millionen, die Südmandschurei etwa 400000 qkm mit 17—18 Millionen Einwohnern.

Die Mandschurei ist geographisch, klimatisch und kulturell ein Übergangsgebiet in einer natürlichen Spannungslage und deshalb von jeher ein klassisches Land für Einwanderungen verschiedener Völker gewesen.

Die heutigen Bevölkerungsprobleme gipfeln darin, daß die Mandschurei als stark unterbesiedeltes Land in Randlage zu drei expansiven Mächten ein vielumkämpftes Kolonialgebiet darstellt, in welchem ein scharfer Konkurrenzkampf herrscht. Rußland ist aus verkehrspolitischen und strategischen Gründen interessiert, nicht zuletzt auch wegen seines Strebens nach eisfreien Häfen. Japan begehrt die Schätze an Eisen und Kohlen in der Nähe von Mukden, sowie den fruchtbaren, für den Anbau von Reis und Bohnen geeigneten Boden. Von der Sojabohne, dem Hauptprodukt der Nordmandschurei, werden etwa 200 Sorten kultiviert. China braucht das Land als Auswanderungsgebiet für den Menschenüberschuß des Südens.

Die erste Kolonisation erfolgte durch vorübergehend angesiedelte russische Kosaken in der Mitte des 17. Jahrhunderts. In Abwehr dieser Gefahr errichtete die Mandschudynastie Ende des 17. Jahrhunderts im Norden mehrere Festungen. Später besiedelte man die Mandschurei mit chinesischen Soldaten und deportierten Sträflingen. Erst 1860 wurden aber größere Landstriche der chinesischen Einwanderung zugänglich gemacht, 1878 auch den Frauen der Zutritt erlaubt. Rußland begann 1897 mit dem Bau der Ostchinesischen Eisenbahn und zog chinesische Arbeiter in das Land. Im Jahre 1927 wanderten, größtenteils aus Schantung und Tschili, 1—2 Millionen Chinesen ein, meist Bauern. Der Kinderreichtum ist in der Mandschurei sehr groß. Die Familie zählt dort durchschnittlich 8,3 Köpfe gegen 5—6 in China. Japan, dem die Südmandschurische Bahn gehört, hat wesentlich handelspolitische Interessen in der Mandschurei, denn der Japaner ist für die dortige bäuerliche Kolonisation aus klimatischen Gründen ungeeignet. In der Nordmandschurei leben etwa eine viertel Million Russen, aber nur höchstens 20000 Japaner.

Die Mandschurei ist das holzreichste Land des chinesischen Volksbodens. Stellenweise bedeckt der Wald, in dem Eichen und Birken überwiegen, 50—60% der Gesamtfläche. Als Verkehrsmittel dient vielfach der hochräderige mandschurische Karren, der keinen Metallbestandteil aufweist. Selbst die Radreifen sind ohne Metall aus zwei gebogenen Holzstücken zusammengefügt. Fast alle rechtsseitigen Nebenflüsse des Amur und viele Nebenflüsse des Nonni enthalten Gold, dessen Ausbeutung den Fremden aber gegenwärtig nicht gestattet ist.

In dem waldbedeckten Bergland des Nordens leben mehrere tungusische Fischer- und Jägervölker, deren Kopfzahl jedoch gering ist. Die Volksdichte der Nordmandschurei ist etwa 12 Einwohner auf den Quadratkilometer, während sie in der Südmandschurei 40, in der ganzen Mandschurei im Mittel 23 beträgt, gegen 80 in ganz China und 180—200 in dessen dichter besiedelten Provinzen. Die Aufnahmefähigkeit der Mandschurei für den Volksüberschuß Chinas dürfte 70 Millionen betragen. Der Verkehr ist schon jetzt so groß, daß er durch die vorhandenen Eisenbahnen und Wasserstraßen kaum bewältigt werden kann. Die Haupthandelsstadt Charbin, welche vor 30 Jahren von den Russen gegründet wurde, hat heute eine halbe Million Einwohner, von denen fast die Hälfte Weiße sind, was in keiner anderen Stadt Asiens der Fall ist. Täglich treffen Tausende von chinesischen Einwanderern aus dem Süden in Charbin ein. Aber die Bedürfnislosigkeit des chinesischen Arbeiters ist in schnellem Schwinden begriffen, und die Tageslöhnung übertrifft hier diejenige des Südens oft um das Zehnfache.

Der Vortragende glaubt sich zu der Aufstellung der Prognose berechtigt, daß die Nordmandschurei als Siedlungsraum chinesischer Besitz bleiben wird. Sollte der Zustrom in der bisherigen Weise andauern, so dürfte in etwa 2 Jahrzehnten die Grenze der Aufnahmefähigkeit für weitere Einwanderer erreicht sein.

O. B.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.